



Espacenet

# Bibliographic data: JP 5041290 (A)

## X-RAY TUBE VOLTAGE MEASURING DEVICE AND ITS REGULATING METHOD

**Publication date:** 1993-02-19

**Inventor(s):** MIYAKE SHUSAKU ±

**Applicant(s):** KASEI OPTONIX +

**Classification:** - **international:** G01T1/20; H05G1/26; H05G1/32; (IPC1-7): G01T1/20; H05G1/26; H05G1/32  
- **European:**

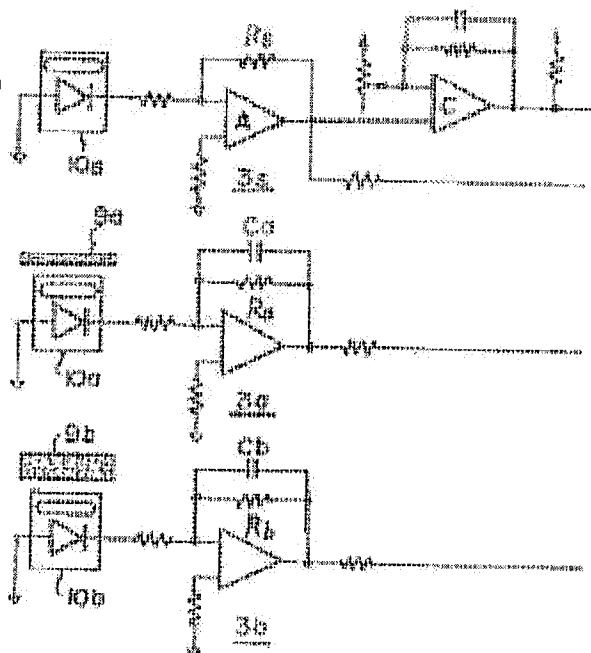
**Application number:** JP19910221300 19910807

**Priority number(s):** JP19910221300 19910807

**Also published as:** • JP 3139558 (B2)

### Abstract of JP 5041290 (A)

**PURPOSE:**To obtain the identical measured value of tube voltage as far as tube voltage which has been applied to a X-ray tube, remains identical even if each intensity wave form of X-rays is changed by appropriately removing the high frequency component out of the output or the amplified output of a X-ray detector. **CONSTITUTION:**Photo detectors 10s, 10a and 10b are independently connected to amplifying circuits 3s, 3a and 3b. And capacitors Ca and Cb forming each low pass filter circuit which cuts off a specified high frequency component, are incorporated in the circuits 3a and 3b in parallel with detecting resistors Ra and Rb. The amplified output of the circuits 3a and 3b is converted by each A/D converting section, the plural output of each A/D converting section is operated, so that the tube voltage of a X-ray tube to be measured, is computed.; In this case, the capacity ratio of the capacitor Ca to the capacitor Cb is regulated in order to nullify the measurement error of a tube voltage measuring device caused by the difference in high voltage generating method. By this constitution, the identical measured value of tube voltage can be obtained as far as tube voltage remains identical even if each intensity wave form of X-rays is changed.





(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-41290

(43)公開日 平成5年(1993)2月19日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 5 G 1/26	B	8119-4C		
G 0 1 T 1/20	J	7204-2G		
H 0 5 G 1/32	A	8119-4C		

審査請求 未請求 請求項の数3(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平3-221300

(22)出願日 平成3年(1991)8月7日

(71)出願人 390019976

化成オプトニクス株式会社  
東京都港区芝大門2丁目12番7号

(72)発明者 三宅 周作

神奈川県小田原市成田1060 化成オプトニクス株式会社内

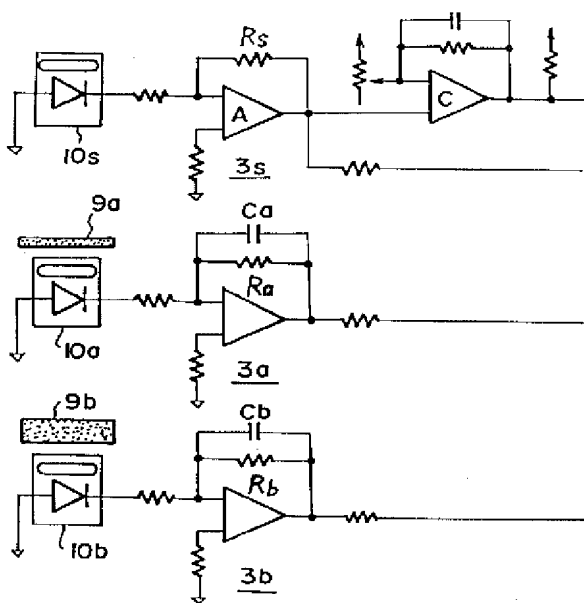
(74)代理人 弁理士 山下 稔平

(54)【発明の名称】 X線管電圧測定装置及びその調整方法

(57)【要約】

【目的】 X線発生装置の高電圧発生方式に依存してX線の強度波形が変化しても、印加されている管電圧が同一の場合には同一の管電圧測定値を得る。

【構成】 被測定X線管からの入射X線を蛍光に変換するシンチレータと該シンチレータの後方に配された前記蛍光を検出するための光検出器10a、10bと前記シンチレータの前方に配されたそれぞれ厚さの異なるX線フィルタ9a、9bとを有する複数のX線検出器の出力を増幅回路3a、3bで増幅し、その増幅出力をAD変換部でAD変換し、該AD変換部の複数の出力を演算手段で演算して前記被測定X線管の管電圧を算出するX線管電圧測定装置であって、前記各増幅回路3a、3b中にコンデンサCa、Cbを設け、これらコンデンサの容量比を適宜選定することにより、管電圧測定誤差を少なくする。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 被測定X線管からの入射X線を蛍光に変換するシンチレーターと該シンチレーターの後方に配された前記蛍光を検出するための光検出器と前記シンチレーターの前方に配されたそれぞれ厚さの異なるX線フィルターとを有する複数のX線検出器を含んでなるX線検出部と、前記各X線検出器の出力またはその増幅出力をAD変換するAD変換部と、該AD変換部の複数の出力を演算して前記被測定X線管の管電圧を算出する演算手段とを含んでなるX線管電圧測定装置において、前記入射X線の強度波形に対応する前記各X線検出器の出力またはその増幅出力中の高周波成分を除去する高周波成分除去手段が前記各X線検出器と前記AD変換部との間に介在していることを特徴とする、X線管電圧測定装置。

【請求項2】 前記各X線検出器に係る高周波成分除去手段はその高周波成分除去特性が可変である、請求項1に記載のX線管電圧測定装置。

【請求項3】 前記請求項1に記載のX線管電圧測定装置を調整する方法において、

(a) 前記各X線検出器の出力またはその増幅出力とX線管電圧との間に存在する関係式の定数を、既知の管電圧を印加したX線管からのX線を異なる管電圧で複数回入射させることにより求めて、前記関係式を確定し、

(b) 異なる高電圧発生方式に係るX線管につき、それぞれ、既知の一定の管電圧を印加して、複数の前記X線検出器に係る高周波成分除去手段の高周波成分除去特性の関係を変化させて複数回X線を入射させ、X線管電圧測定値を得、

(c) 前記(b)において得られた全てのX線管電圧測定値が一定となる時の前記各X線検出器に係る高周波成分除去手段の高周波成分除去特性を選定し、この特性の高周波成分除去手段を採用する、ことを特徴とする、X線管電圧測定装置の調整方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【産業上の利用分野】本発明は、X線管電圧測定装置及びその調整方法に関する。更に詳しくは、本発明は、X線発生装置で発生するX線を検出してX線管電圧を測定する際に、該X線発生装置の高電圧発生方式の違いによりX線の強度波形が異なる場合にも同一の管電圧測定値を得ることが可能なX線管電圧測定装置及びその調整方法に関する。

**【0002】**

【従来の技術】X線発生装置のX線管に印加される管電圧を測定する装置の1つに、X線フィルター(X線吸収板)とX線検知素子との組合せからなるX線検出部にX線を照射することにより該X線フィルターに対するX線の透過率を測定し、該X線透過率に基づき照射X線の管電圧を測定する装置が知られている。この様なX線管電圧測定装置のX線検出部は、入射X線を吸収し蛍光に変

換するシンチレーターと該シンチレーターの前面に配置されたX線フィルターならびに後面に配置された光検出器との組み合わせからなり、用いられるX線フィルターの厚さのみが異なる複数のX線検出器から構成されている。X線検出部に照射された被測定X線はそれぞれのX線検出器ごとに独立して検出され、これら複数のX線検出器の出力信号に所定の演算処理を施すことにより、被測定X線を発生させているX線管の管電圧が求められる(特開昭62-222599号公報等参照)。この様に、被測定X線を蛍光に変換し該蛍光を検出する方式のX線管電圧測定装置(間接式X線管電圧測定装置)では、X線管に印加されている高電圧を電圧計で直接測定しなくても、X線を測定しただけでX線管電圧を知ることができるので、その簡便性と安全性のために広く利用されている。

**【0003】**

【発明が解決しようとする課題】X線管の管電圧は、一定の条件下においては、その時発生したX線の強度と相関関係にあるため、上記間接式X線管電圧測定装置では被測定X線の強度を検出することによって、その時の管電圧を求めている。

【0004】ところで、JISの定義によれば、X線管電圧はそのピーク値で表されるため、X線の強度波形(X線強度と時間との関係を示す曲線)の最大値を検出しなければならない。ところが、X線発生装置には、高電圧発生方式により、単相整流方式、三相6パルス整流方式、平滑方式、インバーター方式、コンデンサー方式等の多くの種類があり、高電圧発生方式の違いに起因して各装置から発生するX線の強度波形は異なるため、測定点数として理論的には1点であるX線強度波形の最大値を検出することは、複雑な強度波形の場合ほど困難であり、測定精度の面で不十分であった。

【0005】そこで、測定精度を向上させるため、被測定X線の強度波形のピーク付近において強度に関する多量のデータをサンプリングし、これらの平均値を利用すれば測定精度向上が期待されるものの、X線の強度波形が異なれば強度のピーク値が同一であっても平均強度が異なるため、得られる管電圧値が変化するという問題点があり、その改善が望まれていた。

【0006】本発明は、以上の様な従来の間接式X線管電圧測定装置の問題点に鑑み、X線発生装置の高電圧発生方式に依存してX線の強度波形が変化しても、X線管に印加されている管電圧が同一の場合には同一の管電圧測定値が得られる様にすることを目的とするものである。

**【0007】**

【課題を解決するための手段】本発明によれば、上記目的を達成するものとして、被測定X線管からの入射X線を蛍光に変換するシンチレーターと該シンチレーターの後方に配された前記蛍光を検出するための光検出器と前

記シンチレーターの前方に配されたそれぞれ厚さの異なるX線フィルターとを有する複数のX線検出器を含んでなるX線検出部と、前記各X線検出器の出力またはその増幅出力をAD変換するAD変換部と、該AD変換部の複数の出力を演算して前記被測定X線管の管電圧を算出する演算手段とを含んでなるX線管電圧測定装置において、前記入射X線の強度波形に対応する前記各X線検出器の出力またはその増幅出力中の高周波成分を除去する高周波成分除去手段が前記各X線検出器と前記AD変換部との間に介在していることを特徴とする、X線管電圧測定装置、が提供される。

【0008】本発明においては、前記各X線検出器に係る高周波成分除去手段はその高周波成分除去特性を変換とすることができる。

【0009】また、本発明によれば、上記目的を達成するものとして、前記X線管電圧測定装置を調整する方法において、(a) 前記各X線検出器の出力またはその増幅出力とX線管電圧との間に存在する関係式の定数を、既知の管電圧を印加したX線管からのX線を異なる管電圧で複数回入射させることにより求めて、前記関係式を確定し、(b) 異なる高電圧発生方式に係るX線管につき、それぞれ、既知の一定の管電圧を印加して、複数の前記X線検出器に係る高周波成分除去手段の高周波成分除去特性の関係を変化させて複数回X線を入射させ、X線管電圧測定値を得、(c) 前記(b)において得られた全てのX線管電圧測定値が一定となる時の前記各X線検出器に係る高周波成分除去手段の高周波成分除去特性を選定し、この特性の高周波成分除去手段を採用する、ことを特徴とする、X線管電圧測定装置の調整方法、が提供される。

【0010】

【実施例】以下、図面を参照しながら本発明の具体的実施例を説明する。

【0011】図1は本発明によるX線管電圧測定装置の一実施例を示すブロック図であり、図2は該装置のX線検出部を示す断面図であり、図3は図1の装置のX線検出部と増幅部とを示す回路図である。

【0012】本実施例装置は、図1に示す様に、入射X線を検出するX線検出部1と、該X線検出部からの出力信号を管電圧値に変換する演算処理部2と、該管電圧値を表示する表示部6とからなる。演算処理部2は更に、X線検出部1からの信号を増幅する増幅部3と、該増幅部で得られたアナログ信号をデジタル化するAD変換部4と、ここでデジタル化された信号を演算し記憶する、演算・記憶部5とから構成されている。尚、増幅部3には高周波成分除去手段が含まれている。

【0013】X線検出部1は、図2に示す様に、隔壁により区画された複数の小室を有する外囲器7の各小室内に、基準X線検出器1s及び複数のX線検出器1a、1bが収容されて構成されたものである。図示されている

様に、X線検出器1s、1a、1bは並列配置されている。基準X線検出器1sは、入射X線Lをその入射量に比例する量の蛍光に変換するシンチレーターたる蛍光板8sと、この蛍光板に密着してX線入射面と反対の面に設けられ前記蛍光を検出する光検出器10sとからなる。X線検出器1a、1bは、それぞれ入射X線Lをその入射量に比例する量の蛍光に変換するシンチレーターたる蛍光板8a、8bと、これら蛍光板のX線入射面の前にそれぞれ設けられた厚みの異なるX線フィルター9a、9b（これらの厚さをそれぞれ $t_a$ 、 $t_b$ とすれば、本実施例では $t_a < t_b$ ）と、前記蛍光板のX線入射面と反対の面に密着させてそれぞれ設けられ前記蛍光を検出する光検出器10a、10bとからなる。

【0014】尚、本実施例において、前記X線検出器は基準X線検出器1sを含めて3個設けたが、装置の機能や精度を向上させるためにはX線検出部1に配設されるX線検出器の数は多いほどよい。本発明では、X線検出器は最低2つ設ける必要があり、実用上は3個以上設けるのが好ましい。尚、前記基準X線検出器1sは必ずしも必要ではない。また、演算処理部2を構成する増幅部3及びAD変換部4は、X線検出部1に配置された各X線検出器1s、1a、1bに対応してそれぞれ独立に信号の入出力を行う複数の回路からなっている。

【0015】外囲器7は各X線検出器1s、1a、1bの保護と外光の侵入及び他の蛍光板からの蛍光の漏洩の防止のためのものであり、X線吸収が少なく、所望の硬度を有し、外光及び蛍光を透過させない材質が選択され、例えば着色アクリル板やベークライト板等のプラスチックが用いられる。

【0016】X線フィルター9a、9bとしては、X線吸収能が大きく、数mm以下の厚さのものであっても厚さ変化に対してX線透過率変化の大きい材質が好ましく、例えばCu、Al、Sn、Pb等の金属板が好適に用いられる。

【0017】蛍光板8s、8a、8bとしては、 $\text{CaW O}_4$ 、 $\text{Bi}_4 \text{Ge}_3 \text{O}_{12}$ 、 $\text{ZnS:Ag}$ 、 $\text{ZnS:C u}$ 、 $\text{BaFCl:Eu}$ 、 $\text{LaOBr:Tm}$ 、 $(\text{Zn, Cd})\text{S:Ag}$ 、 $\text{Y}_2 \text{O}_3 \text{S:Tb}$ 、 $\text{Gd}_2 \text{O}_3 \text{S:Tb}$ 、 $\text{Gd}_2 \text{O}_3 \text{S:Pr}$ 等の、X線照射により高効率に発光するX線用蛍光体を結合剤樹脂中に分散させてなる蛍光体塗布液を紙やプラスチック等の支持体上に塗布し乾燥させて支持体上に蛍光体層を形成することによって得た蛍光板、またはガラス等の基板上に蛍光体塗布液を塗布し乾燥させて得られた蛍光体層を該基板から剥離して得た自己支持型蛍光板が使用される。

【0018】光検出器10s、10a、10bとしては、蛍光板8s、8a、8bが発する蛍光を電気的信号に変換するフォトダイオードや光電子増倍管等の光電変換素子が使用される。X線検出部1の容量を小さくすることができ製造コストを低く抑えることができる等の点

から、フォトダイオードを用いるのが好ましい。

【0019】図3に示す様に、光検出器10s, 10a, 10bは、増幅部3を構成する増幅回路3s, 3a, 3bに独立に接続されている。そして、光検出器10a, 10bの各出力信号を増幅する増幅回路3a, 3b中には、検出抵抗Ra, Rbと並列に特定の高周波数成分をカットするローパスフィルター回路を構成するコンデンサーCa, Cbが組込まれている。

$$[KVp] = A \{1/\log([Ia]/[Ib])\} + B$$

の関係式が成り立つことが実験的に確認された。ここで、前記の如くX線検出器1a, 1bは厚みがそれぞれ $t_a$ ,  $t_b$ であるX線フィルターを有しており且つ $t_a < t_b$ であり、A及びBは定数である。

【0022】従って、管電圧が既知のX線管からのX線を異なる管電圧で複数回入射させて、各測定時の出力[Ia], [Ib]を得ることにより、上記式より予め定数A, Bを求めて関係式を確定し、演算・記憶部5に記憶させておけば、以後、被測定X線管からのX線を入射させて出力[Ia], [Ib]を得、これらの値から演算により $\{1/\log([Ia]/[Ib])\}$ の値を求め、被測定X線管の管電圧値[KVp]を得ることができる。

【0023】但し、特定厚さのX線フィルターを有する2つのX線検出器の出力を用いて演算した時、X線管電圧値[KVp]と $\{1/\log([Ia]/[Ib])\}$ との間に上記関係式が正確に成り立つ管電圧値幅は30~40kV程度に限られるので、本発明装置では、厚さの異なる3つ以上のX線フィルターを有する3個以上のX線検出器を備えておき、予め予測される測定管電圧領域に応じて、使用するX線検出器をを決定する様にするのが好ましい。

【0024】尚、[Ia], [Ib]は、各X線検出器からの出力信号のAD変換出力値の平均値またはこれらを集計したもの、あるいはピーク値近傍のレベルのもののみを抜き出したものの合計であってもよい。

【0025】図4は、増幅部3に設けられた2つの増幅回路3a, 3bの出力[Ia], [Ib]から算出した $\{1/\log([Ia]/[Ib])\}$ 値とX線管の管電圧との関係を示すグラフであり、用いられたX線発生装置は出力強度波形が平滑でない単相整流方式の場合である。図4において、曲線(a), (b), (c)は、上記2つの増幅回路3a, 3bに設けられたコンデンサーCa, Cbの容量比 $([Ca]/[Cb])$ がそれぞれ25pF/5pF, 20pF/5pF及び15pF/5pFの3つの場合について例示した。尚、図示していないが、X線出力強度波形の平滑度が大きい平滑方式のX線発生装置を用いて同様にして求めた場合には、3つの曲線(a), (b), (c)は殆ど一致する(重なる)。しかし、図4に示す様に、単相整流方式のX線発生装置から発生するX線の様に出力強度波形が平滑でない

【0020】次に、本実施例装置の動作につき説明する。

【0021】X線検出部1を構成する独立したX線検出器1a, 1bのそれぞれの出力を増幅回路3a, 3bで増幅して得た出力をそれぞれ[Ia], [Ib]とすると、X線を発生させた時のX線管電圧値[KVp]と[Ia], [Ib]との間には、

い場合には、 $\{1/\log([Ia]/[Ib])\}$ 値とX線管の管電圧値とは比例関係にあるものの、 $\{1/\log([Ia]/[Ib])\}$ 値は増幅回路3a, 3bに設けられた2つのコンデンサーCa, Cbの容量[Ca], [Cb]の比 $[Ca]/[Cb]$ によって、同一管電圧のX線であっても、一定値にはならない。

【0026】そこで、この様にX線発生装置の高電圧発生方式の違い(その結果生ずるX線出力強度波形の違い)によって起こる管電圧測定装置の測定誤差をなくするために、コンデンサーCa, Cbの容量比 $[Ca]/[Cb]$ を調整する。

【0027】図5は、コンデンサーCa, Cbの容量比 $[Ca]/[Cb]$ を変化させた場合について、X線出力強度波形の異なる方式(平滑方式と単相整流方式)のX線発生装置からの同一管電圧のX線を測定した時の増幅回路3a, 3bの出力値[Ia], [Ib]から算出した $\{1/\log([Ia]/[Ib])\}$ 値の変化を調べた結果を示したものである。図5の3つの直線(a), (b), (c)は、それぞれコンデンサーCa, Cbの容量比 $[Ca]/[Cb]$ が20pF/5pF, 25pF/5pF及び15pF/5pFの場合である。これはX線管電圧120KVpで管電流50mAとした場合についてのものである。尚、この測定に用いたX線発生装置は、平滑方式のものが島津製作所製HD-150-60型であり、単相整流方式のものが日立製作所製RD-155-23型である。

【0028】図5から分かる様に、X線管電圧測定装置のX線検出器からの出力を増幅する複数の増幅回路のそれぞれに、高周波成分除去のためのコンデンサーを設け、それぞれのコンデンサーの容量を適宜決定することにより、被測定X線管の高電圧発生方式の違いによって出力強度波形が異なった場合にも、 $\{1/\log([Ia]/[Ib])\}$ 値は殆ど変化せず、従って一定のX線管電圧測定値が得られる様にする事ができる。

【0029】尚、図5には、管電圧が120KVpの場合についてのみ例示したが、それ以外の管電圧の場合にもほぼ同様な効果が得られた。

【0030】本発明のX線管電圧測定装置における高周波成分除去手段としては、図3に例示した様な各増幅回路3a, 3bの検出抵抗Ra, Rbと並列にコンデンサーCa, Cbを配置したもの以外に、例えば図6~図9

に示す様なものが例示される。これらの図においては1つのX線検出器についてのみ図示されており、上記図1～図3における同様の機能を有する部材には同一の符号が付されており、4aはAD変換回路である。図6において11aはコンデンサーを用いたローパスフィルターであり、図7において12aはコイルを用いたローパスフィルターであり、図8における13a及び図9における14aはいずれもアンプを組合わせたアクティブ型のローパスフィルターである。これらのフィルターを構成する素子の特性を適宜選定することにより、被測定X線管の高電圧発生方式の違いによらず、X線管に印加されている管電圧が同一の場合には同一のX線管電圧測定値が得られる様にする事ができる。もちろん、これらフィルターを構成する素子として特性可変なものを用いれば、該素子の特性を適宜調節することにより目的を達成することができる。

#### 【0031】

【発明の効果】以上の様に、本発明によれば、入射X線の強度波形に対応する各X線検出器の出力またはその増幅出力中の高周波成分を除去する高周波成分除去手段を各X線検出器とAD変換部との間に介在せしめたので、これら高周波成分除去手段の高周波成分除去特性を適正なものとする事により、X線発生装置の高電圧発生方式に依存してX線の強度波形が変化しても、X線管に印加されている管電圧が同一の場合には同一の管電圧測定値が得られる様にする事が可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるX線管電圧測定装置の一実施例を示すブロック図である。

【図2】図1の装置のX線検出部を示す断面図である。

【図3】図1の装置のX線検出部と増幅部とを示す回路図である。

【図4】増幅回路の出力 $[I_a]$ 、 $[I_b]$ から算出した $\{1/\log([I_a]/[I_b])\}$ 値とX線管の管電圧との関係を示すグラフである。

【図5】X線出力強度波形の異なる方式のX線発生装置からの同一管電圧のX線を測定した時の増幅回路の出力値 $[I_a]$ 、 $[I_b]$ から算出した $\{1/\log([I_a]/[I_b])\}$ 値の変化を示すグラフである。

【図6】高周波成分除去手段の例を示す回路図である。

【図7】高周波成分除去手段の例を示す回路図である。

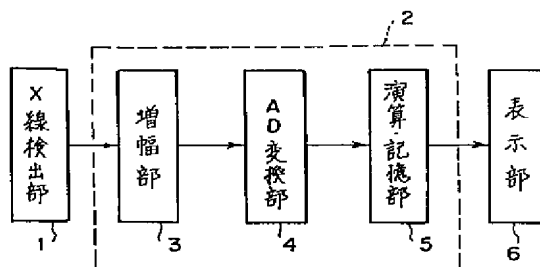
【図8】高周波成分除去手段の例を示す回路図である。

【図9】高周波成分除去手段の例を示す回路図である。

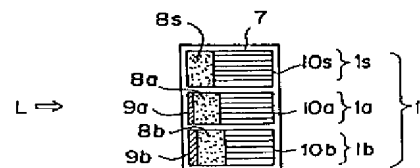
#### 【符号の説明】

- |               |         |
|---------------|---------|
| 1s, 1a, 1b    | X線検出器   |
| 2             | 演算処理部   |
| 3s, 3a, 3b    | 増幅回路    |
| 4a            | AD変換回路  |
| 8s, 8a, 8b    | 蛍光板     |
| 9a, 9b        | X線フィルター |
| 10s, 10a, 10b | 光検出器    |

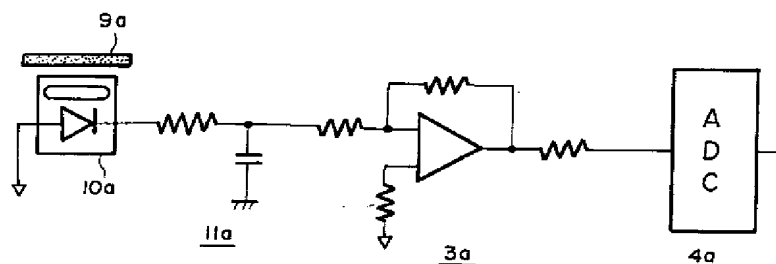
【図1】



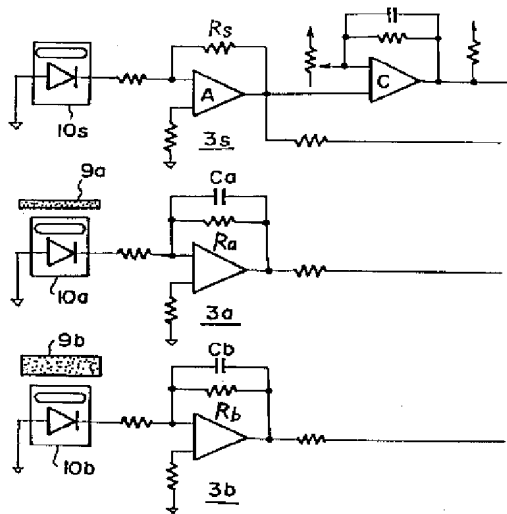
【図2】



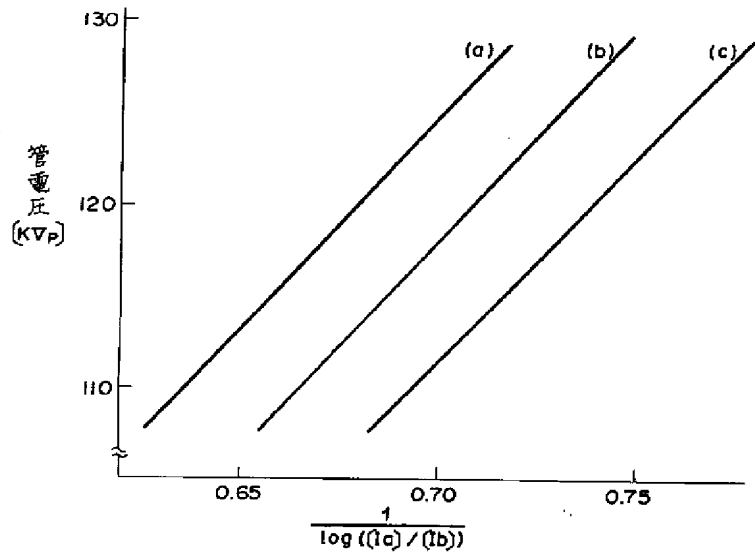
【図6】



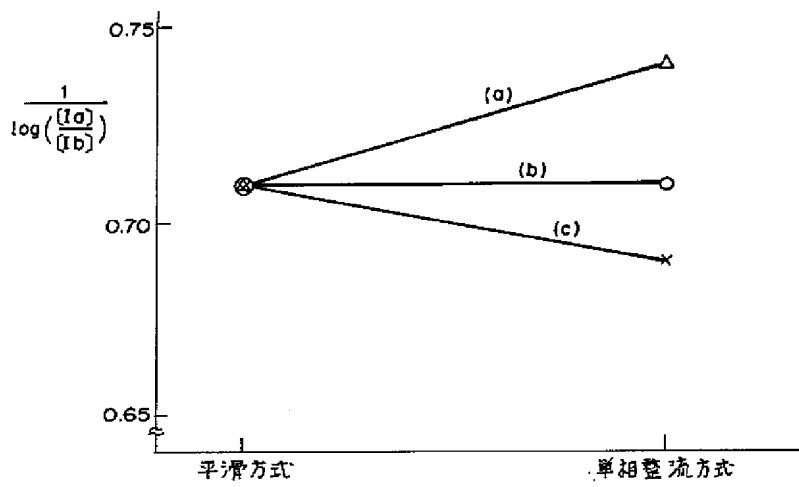
【図3】



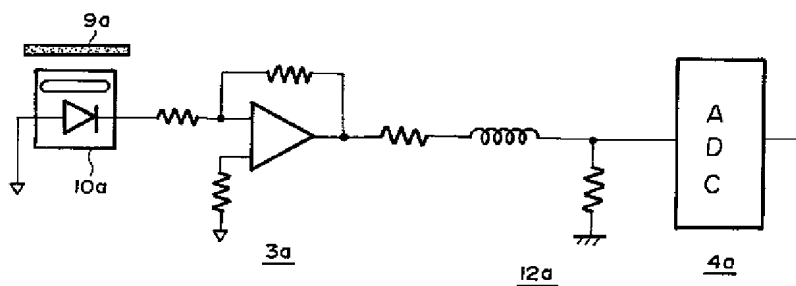
【図4】



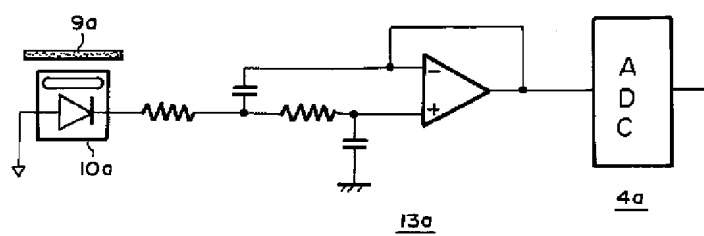
【図5】



【図7】



【図8】



【図9】

